Nr. 290, September 2021

# Klimawandel in den Schweizer Alpen

Der Klimawandel wird den Lebensalltag in der Schweiz immer stärker beeinflussen. Schon jetzt schädigen der deutliche Temperaturanstieg, extreme Niederschläge und damit verbundene Naturgefahren Ökosysteme, Infrastrukturen, Gesundheit und Existenzgrundlagen. Um diese Entwicklung einzudämmen und zu bewältigen, sind Zusammenarbeit und schnelles Handeln gefragt.

Von Christine Eriksen
und Andrin Hauri

Der Klimawandel ist keine abstrakte Bedrohung, die uns irgendwann in ferner Zukunft betreffen wird. Die Folgen sind bereits weltweit spürbar, wie der Sechste Sachstandsbericht des zwischenstaatlichen Ausschusses zum Klimawandel der Vereinten Nationen belegt. Laut dem Copernicus-Klimawandeldienst war 2020 das heisseste je in Europa gemessene Jahr – mindestens 0,4 Grad wärmer als die fünf bisherigen Rekordjahre, die übrigens alle nach 2010 auftraten. Binnenregionen erwärmen sich schneller als Küstenregionen, da ihnen die kühlende Wirkung des Meeres fehlt. Ferner häufen sich die Hinweise darauf, dass sich höher gelegene Gebiete schneller erwärmen als tiefere Lagen. Deshalb sollten wir den Auswirkungen des Klimawandels in Gebirgen wie den Alpen besondere Beachtung schenken.



Schlamm in einem Weinberg neben dem Fluss Losentze nach einer Sturzflut in Chamoson in der Schweiz im August 2019. *Denis Balibouse / Reuters*

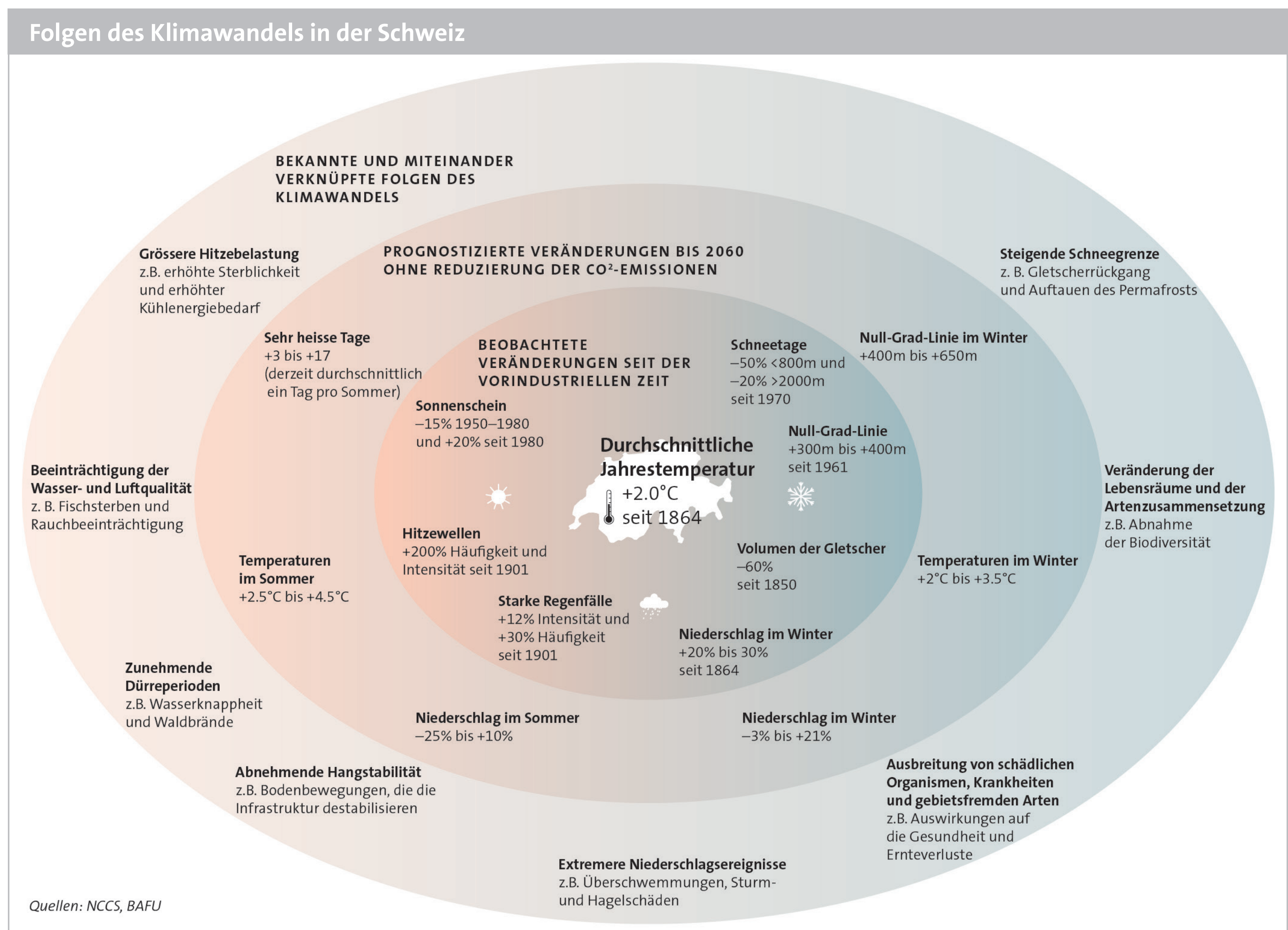
In der Schweiz hat die Jahresdurchschnittstemperatur um fast 2 Grad Celsius zugenommen seit der industriellen Revolution – das ist fast doppelt so viel wie der mittlere globale Temperaturanstieg. Doch der Klimawandel bringt noch weitere wesentliche Konsequenzen mit sich: Extreme Wetterereignisse werden häufiger, intensiver und unterliegen starken Schwankungen. Die vom *Swiss National Centre for Climate Services* (NCCS) erstellten Schweizer Klimaszenarien CH2018 prognostizieren unter Berücksichtigung verschiedener Bedingungen, mit welchen klimatischen Veränderungen bis im Jahr 2060 respektive Ende des Jahrhunderts zu rechnen ist.

Ohne gemeinsame Anstrengungen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen ist ein weiterer Anstieg der Durchschnittstemperatur in der Schweiz um 2 bis 3 Grad bis 2060 möglich. Das bedeutet häufigere und extremere Hitzewellen und heisse Tage im Sommer, die durchschnittlich bis zu 4,5 Grad wärmer sein werden als heute. Im Mittel werden die Niederschläge in den Sommermonaten abnehmen, ebenso die Anzahl an Regentagen, während die Verdunstung zunimmt. Dadurch trocknen Böden und Gewässer schneller aus. Da wärmere Luft mehr Feuchtigkeit aufnehmen kann, wird es andererseits das ganze Jahr über vermehrt zu Starkniederschlägen kommen wie diesen Sommer in Teilen Europas. Die Wintermonate werden durchschnittlich bis zu 3,5 Grad wärmer sein als heute. Die Nullgradgrenze wird bis zu 650 Meter nach oben klettern. Es wird weniger Schneefälle und weniger geschlosse-

© 2021 Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich

VISIT…

LANZAROTE
Caliente.COM




ne Schneedecken geben. In den Alpen beschleunigen die ganzjährig wärmeren Temperaturen den Gletscherrückgang und das Auftauen des Permafrosts.

Aus der näheren Untersuchung, wie sich diese Klimaszenarien in den Alpen ausprägen könnten, lassen sich Erkenntnisse für den Katastrophenschutz und den Lebensalltag in der Schweiz ableiten. Eine solche Untersuchung zeigt auch welche Bewältigungsmechanismen auf lokaler, regionaler und internationaler Ebene verfügbar sind.

## Naturgefahren nehmen zu

In einem gebirgigen Land wie der Schweiz macht sich der Druck der Erderwärmung besonders bemerkbar. So wird der Klimawandel die Häufigkeit und Intensität von Naturgefahren in den Alpen unmittelbar beeinflussen. Hinzu kommen gesellschaftliche Entwicklungen, die die oben genannten Klimaeffekte mit der Zeit noch verstärken. Für eine Veranschaulichung der konkreten Folgen des Klimawandels ist es hilfreich, diese Veränderungen als «sich gegenseitig verstärkende Probleme» und «Kaskadeneffekte» zu verstehen.

So sorgt beispielsweise die Aufgabe landwirtschaftlicher Betriebe in den Alpen seit Mitte des 19. Jahrhunderts zu einer allmählichen Ausbreitung von Wald. Gleichzeitig führt der soziale Wandel dazu, dass mehr Menschen in den Bergen immer mehr und neue Freizeitaktivitäten ausüben. Je mehr aufgegebene Höfe und je mehr Waldflächen, desto mehr entflammbare Vegetation; je mehr Freizeitaktivitäten, desto grösser die Gefahr, dass ein Brand entfacht wird. Zu diesen sich gegenseitig verstärkenden Problemen kommen Kettenreaktionen hinzu.

Der Klimawandel führt dazu, dass ein Ereignis ein weiteres bedingt oder damit interagiert und so einen Dominoeffekt auslöst. In einem wärmeren, trockeneren Klima trocknen Vegetation und Böden schneller aus, Wasser wird knapper, akute Brandgefahr nimmt zu und die Waldbrandsaison dauert länger – nicht nur auf der Alpensüdseite, wo es seit jeher öfter zu Waldbränden kommt, sondern auch in den nördlichen Alpen. Dadurch steigen Risiko, Häufigkeit und Intensität unkontrollierbarer Waldbrände, deren wirtschaftlichen Folgen Leben und Lebensgrundlagen zerstören können. Hitze und Rauchpartikel, die sich über weite Gebiete ausbreiten, schaden wiederum der Gesundheit.

Durch Dürre und Waldbrände geschwächte Berghänge büssen an Stabilität ein. Hier kommt es bei stärkeren Niederschlägen leichter zu Bodenerosion, Erdrutsch und Steinschlag. Geröll und grosse Wassermengen (in Form von Starkregen, Hagel oder Schnee) setzen tiefer liegende Gebiete Gefahren aus. In Wassereinzugsgebieten drohen Flutwellen und Überschwemmungen.

Ein anderes Szenario, das parallel zu den beschriebenen Veränderungen entsteht, ist die Ausbreitung schädlicher Organismen,

Krankheiten sowie fremder oder invasiver Arten. Höhere Temperaturen, die abnehmende Schneedecke und die hohe Zahl von Menschen, die in den Alpen unterwegs ist, bieten ideale Bedingungen für ihre Ausbreitung. In der Folge steigt das Seuchenrisiko bei Mensch und Tier (beispielsweise durch die Verbreitung von Zecken und Krankheiten, die sie übertragen), die Artenvielfalt schwindet, und Land- und Forstwirtschaft werden beeinträchtigt (etwa durch das Baumsterben aufgrund von Borkenkäferbefall). Die einzigartige Biodiversität alpiner Ökosysteme ist besonders verletzlich gegenüber invasiven Arten und dem Verlust von Lebensraum durch steigende Temperaturen, weniger Schnee und die Verschiebung der Nullgradgrenze. Deshalb ist es umso wichtiger, den verbleibenden Lebensraum zu schützen und wieder zu zusammenhängenden Flächen zu verbinden, da sich intakte, vernetzte Lebensräume besser an den Klimawandel anpassen können.

## Konsequenzen für die Gesellschaft

Schon bald werden sich die vom Klimawandel ausgelösten Kettenreaktionen nicht mehr nur gelegentlich in den Alpen zeigen, sondern sich in der gesamten Schweiz dauerhaft auf unser tägliches Leben auswirken. Die gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch Hitze und Rauchbelastung werden weit gravierender sein als punktuelle Unannehmlichkeiten in unserem Tagesablauf. Sie werden das Gesundheitssystem belasten und die Sterblichkeitsrate ansteigen lassen, vor allem bei älteren und besonders gefährdeten Mitgliedern der Gesellschaft.

Bei Hitzewellen staut sich die Wärme in tiefer gelegenen und urbanen Gebieten. Infolgedessen steigt der Energieverbrauch für Kühlung während den Sommermonaten, in denen ohnehin ein Rückgang der Wasserkraftproduktion infolge Wasserknappheit erwartet wird. Die Hitze und Wasserknappheit werden zudem mehr Beschränkungen des täglichen Wasserverbrauchs in Haushalten erforderlich machen. Die milderen Winter mit weniger Schnee, stärkeren Regenfällen und einer Zunahme extremer Niederschlagsereignisse sorgen indes für eine höhere Wasserkraftproduktion bei geringerem Heizenergiebedarf in den Wintermonaten.

Steigende Wassertemperaturen werden vielen Fischen und Flusskrebsen zum Verhängnis, während trockene Böden und günstigere Bedingungen für Schädlings- und Krankheitsbefall auch in der Landwirtschaft, im Weinbau und in der Forstwirtschaft öfters zu Ausfällen führen werden. Allerdings verlängern die höheren Durchschnittstemperaturen auch die Vegetationsperiode und fördern bei ausreichender Bewässerung das Pflanzenwachstum.

Der Rückgang der Gletscher und des Permafrosts zusammen mit der Verschiebung der Nullgradgrenze werden die Infrastruktur beeinträchtigten. Bodenabsenkungen an wärmeren Berghängen gefährden Gebäude, Bahnstrecken und Strassen. Sedimente, Nähr- und Schadstoffe aus Bodenerosion und Oberflächenabtragung verursachen ebenfalls Probleme, wenn sie sich in aquatischen Ökosystemen ansammeln. Darüber hinaus können Strom- und Gasleitungen, die die Schweiz mit Energie aus dem In- und Ausland versorgen, durch Erdrutsche und Bodenabsenkungen beschädigt werden. Ein Vorteil des Rückgangs von Schnee und Eis sind hingegen sinkende Kosten für Winterdienste und Strasseninstandhaltung.

Je nachdem, wie hoch unsere $CO_2$-Emissionen in den kommenden Jahren ausfallen, wird im Jahr 2100 etwa 63 bis 94 Prozent des Gletschervolumens in den Alpen verschwunden sein. Dies ist nicht nur ein bitterer Verlust für das ökologische Erbe der Schweiz und schadet dem Tourismus, sondern es bedeutet auch, dass wichtige Wasserspeicher verloren gehen und die ausgleichende Wirkung der Gletscher auf den Ablauf in tiefer gelegenen Gewässern entfällt. Zwar mögen die höheren Durchschnittstemperaturen den Tourismus im Sommer begünstigen – Wintersport wird dagegen angesichts der dürftigen Schneeverhältnisse an Erholungswert und Wirtschaftlichkeit einbüssen. Die Herstellung von Kunstschnee ist energie- und wasserintensiv und stellt allenfalls eine kostspielige, ökologisch aber nicht nachhaltige Übergangslösung dar. Tiefer gelegene Wintersportorte stecken schon heute in diesem Dilemma.

## Umgang mit dem Klimawandel

Wie können wir diese düsteren Zukunftsszenarien verhindern oder wenigstens teilweise entschärfen? Wissenschaftliche Erkenntnisse belegen eindeutig, dass eine Verringerung der Treibhausgase den Klimawandel wirksam bremsen könnte. Das Übereinkommen von Paris von 2015 soll diese Reduktion fördern und so die globale Erwärmung auf nicht mehr als 2 Grad gegenüber vorindustriellen Werten begrenzen. Wenn die Unterzeichnerstaaten die Reduktionsziele erreichen, könnten nach Schätzungen des NCCS die Hälfte der prognostizierten Klimaauswirkungen bis Mitte und zwei Drittel bis Ende des 21. Jahrhunderts verhindert werden.

Als Unterzeichnerstaat und vom Klimawandel besonders betroffenes Alpenland sollte die Schweiz sicherstellen, dass sie die Pariser Klimaziele im Inland erreicht oder sogar übertrifft, sich jedoch auch auf internationaler Ebene dafür einsetzen. Auf jeden Fall muss sich die Schweiz der Frage stellen, wie gut sie momentan auf die erwarteten Folgen des Klimawandels vorbereitet ist und wie sie darauf reagieren und sie abmildern kann.

In der Schweiz ist der Zivilschutz das wichtigste Instrument für den Umgang mit natürlichen, technologischen und gesellschaftlichen Gefahren. Er ist als Verbundsystem aufgebaut, das fünf Partnerorganisationen zusammenbringt: Polizei, Feuerwehr, Gesundheitswesen, technische Dienste und Zivilschutz. Für die regionale Organisation sind die Kantone zuständig. Der Bund übernimmt die Koordinierung und leistet spezialisierte Unterstützung. Dieses System hat sich in der Vergangenheit bewährt. In absehbarer Zukunft wird sich der Schweizer Bevölkerungsschutz jedoch mit den genannten neuen und sich häufenden klimabedingten Gefahren konfrontiert sehen, zu denen er nur über begrenzte theoretische Kenntnisse, praktische Erfahrungen und Kapazitäten verfügt.

Mehr Austausch und eine intensivere Zusammenarbeit mit anderen Ländern im Bereich Bevölkerungsschutz wären daher von Vorteil. Bereits 2001 schufen die EU-Mitgliedstaaten das EU-Katastrophenschutzverfahren UCPM, eine multilaterale Initiative zur Stärkung der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit bei der Katastrophenvorsorge und -bewältigung. Hierbei bündeln die Mitgliedstaaten freiwillig ihre nationalen Ressourcen, um Länder in Not zu unterstützen. Ein weiteres Ziel des UCPM ist die Verbesserung des Katastrophenschutzes und der Vorsorge durch Wissenstransfer, den Austausch von *Best Practices* und die Stärkung der Zusammenarbeit durch gemeinsame Übungen. Auch Nicht-EU-Länder können gegen eine jährliche Gebühr dem UCPM beitreten. Für die Schweiz würde eine Teilnahme Vor- und Nachteile sowie langfristige Chancen eröffnen, aber auch Risiken bergen (siehe CSS-Bericht).

Bilaterale Abkommen können ebenfalls eine Absicherung für den Katastrophenfall bieten. Derzeit hat die Schweiz mit allen

## «Waldbrand 2020»

Als Reaktion auf die nachlassende Schadenstoleranz der Gesellschaft und der prognostizierten Zunahme von Waldbränden infolge des Klimawandels **entwickelte der Kanton Tessin das Konzept «Waldbrand 2020».** Es definiert Grundsätze und Ziele im Umgang mit Waldbränden in vier Handlungsfeldern: 1) Unter **«Prävention»** sollen unter anderem die Gesellschaft sensibilisiert und waldbauliche Massnahmen getroffen werden; 2) **«technische und organisatorische Massnahmen»** regeln die Organisation aller in die Brandbekämpfung involvierten Dienste sowie die Bereitstellung der erforderlichen Infrastrukturen im und um den Wald; 3) **«Löschaktion»** zielt darauf, die durch Waldbrände direkt verursachten Personen- und Sachschäden zu minimieren; und 4) das **«Post-Brand-Management»** ermittelt Massnahmen wie nach einem Brand wiederaufgeforstet werden kann.

Das Konzept beruht auf der langen Tradition des Kantons in der erfolgreichen Umsetzung von absoluten Feuerverboten an Tagen mit akuter Brandgefahr und in der Bekämpfung von Waldbränden. Hinzu kam die Erkenntnis, dass der Klimawandel die Brandgefahr verschärfen wird. Die Vorgaben gelten im ganzen Kanton, sodass die Planung, Umsetzung und Evaluation der Massnahmen nach einheitlichen Standards erfolgen kann.

Nachbarländern Abkommen abgeschlossen, die die Rechtsgrundlage für gegenseitige Hilfeleistungen im Fall eines grösseren Notfalls bilden. Sie regeln Dinge wie die grenzüberschreitende Zusammenarbeit, gemeinsame Vorsorgemassnahmen mit Übungen und Lehrgängen oder die Integration grenzüberschreitender Notfalldienste auf verschiedenen Verwaltungsebenen. Mit Ausnahme von Liechtenstein nehmen alle Nachbarländer am UCPM teil. In den vergangenen zwei Jahrzehnten haben sie gemeinsame Standards und Abläufe für grenzüberschreitende Einsätze in der EU entwickelt – ein Prozess, an dem die Schweiz nicht beteiligt war. Deshalb ist für die Nachbarländer der Anreiz, gemeinsame Übungen mit der Schweiz durchzuführen und den Austausch von ExpertInnen und Know-how zu formalisieren, inzwischen geringer, da sie dies innerhalb des UCPM auf viel breiterer Basis tun können. Dennoch stellen die bilateralen Abkommen ein entscheidendes Element des schweizerischen Bevölkerungsschutzes dar, deren rechtzeitige Aktualisierung zentral ist.

## Anpassung und Innovation

2012 verabschiedete der Bundesrat die zweiteilige Strategie «Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz», um Chancen des Klimawandels zu nutzen, Risiken abzumildern und die Anpassungsfähigkeit von sozioökonomischen und ökologischen Systemen zu verbessern. Im ersten Teil der Strategie werden Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder für Wasserwirtschaft, Umgang mit Naturgefahren, Land- und Waldwirtschaft, Energie, Tourismus, Biodiversitätsmanagement, Gesundheit und Raumentwicklung definiert. Der zweite Teil besteht aus zwei Aktionsplänen mit konkreten Anpassungsmassnahmen, die jeweils in den Zeiträumen 2014–2019 und 2020–2025 umzusetzen sind.

Bis 2020 wurden 14 Massnahmen umgesetzt, 28 waren in Arbeit, 19 befanden sich in der Anfangsphase, und 2 wurden verschoben. Eine Bewertung ergab, dass die Strategie nicht nur einen gemeinsamen Rahmen für koordinierte Massnahmen von Bund und Kantonen geschaffen, sondern auch die für die Zielbereiche zuständigen Bundesstellen durch Sensibilisierung zum Handeln gezwungen hat. So arbeitet etwa das Bundesamt für Raumentwicklung an raumplanerischen Instrumenten zur Reduktion von Stauhitze und zur Verbesserung der Aufnahmekapazität von Niederschlägen durch mehr Frei- und Grünflächen in Städten. Ergänzende Anstrengungen der fünf Partnerorganisationen des Schweizer Bevölkerungsschutzes zu Anpassungen und Innovationen auf Kantonsebene können gleichfalls dazu beitragen spezifische Risiken und konkrete Auswirkungen des Klimawandels zu reduzieren. Die kantonalen Behörden im Tessin haben beispielsweise in Zusammenarbeit mit der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) das Konzept «Waldbrand 2020» entwickelt, um die Häufigkeit und Folgen von Waldbränden zu verringern (siehe Textbox).

Neben diesen offiziellen Bemühungen können regionale und lokale Initiativen und Projekte als Anreize oder Vorbilder dienen, wie die Gesellschaft die bevorstehenden Herausforderungen besser meistern kann. Einzelpersonen, Gemeinschaften, Organisationen und Unternehmen können mit den richtigen Entscheidungen und Massnahmen einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, den Klimawandel einzudämmen – von Abfallrecycling, sparsamer Wassernutzung, Stromerzeugung über Fotovoltaikanlagen und Strategien für nachhaltige Investitionen bis hin zur Förderung der Biodiversität mit Bienenstöcken in Gärten oder auf Dächern. Ermutigung und Unterstützung von offizieller Seite tragen zum Erfolg solcher Massnahmen bei.

## Ausblick

Der Klimawandel hat bereits zu zahlreichen Veränderungen geführt und stellt die Schweiz vor eine alles umfassende Herausforderung, die sämtliche Gesellschaftsschichten, Sektoren und Regionen betreffen und prägen wird, insbesondere in den Alpen. Diese Entwicklung kann nicht mehr verhindert werden. Wir können nur noch versuchen, das Ausmass und die Folgen durch raschen Wandel, Abschwächung und Anpassung zu begrenzen.

Doch die Schweiz steht diesen Herausforderungen nicht alleine gegenüber. Gemeinsames Engagement auf nationaler und internationaler Ebene ist wichtig, um den ungebremsten Klimawandel aufzuhalten. Bilaterale und multilaterale Abkommen in den Bereichen Bevölkerungsschutz, Katastrophenbewältigung und Umweltschutz unterstützen vorhandene Kapazitäten dabei, mit jenen Auswirkungen zurecht zu kommen, die sich nicht mehr verhindern lassen. Aufgrund ihrer Geografie sowie den damit zusammenhängenden sozialen Herausforderungen und konkreten Kettenreaktionen täte die Schweiz gut daran, bestehende und neue Bemühungen zur Eindämmung des Klimawandels entschieden zu unterstützen.

**Für mehr zu Sozio-technischer Resilienz und Katastrophenvorsorge, siehe CSS Themenseite.**

**Christine Eriksen** und **Andrin Hauri** sind Senior Researcher im Team Risiko und Resilienz am Center for Security Studies (CSS) der ETH Zürich.

Die **CSS Analysen zur Sicherheitspolitik** werden herausgegeben vom Center for Security Studies (CSS) der ETH Zürich. Das CSS ist ein Kompetenzzentrum für schweizerische und internationale Sicherheitspolitik. Jeden Monat erscheinen zwei Analysen auf Deutsch, Französisch und Englisch.

Redaktion: Névine Schepers
Korrekturlesung: Benno Zogg
Layout und Grafiken: Miriam Dahinden-Ganzoni

Feedback und Kommentare: analysen@sipo.gess.ethz.ch
Weitere Ausgaben und Abonnement: www.css.ethz.ch/cssanalysen

Zuletzt erschienene CSS-Analysen:

**Irak: Die Vergangenheit bleibt präsent** Nr. 289
**Christlicher Nationalismus in den USA** Nr. 288
**COVID-19: Deutschland reformiert Bevölkerungsschutz** Nr. 287
**Europa und der Atomwaffenverbotsvertrag** Nr. 286
**Hyperschall-Technologie: bewaffnet und überbewertet** Nr. 285
**Geostrategischer Sturm über dem Indischen Ozean** Nr. 284

© 2021 Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich
ISSN: 2296-0236; DOI: 10.3929/ethz-b-000500123